한국소음진동공학회지 제 6 권 제 2 호, pp. 245~250, 1996.

〈論 文〉

방음벽 종류별 반사음 저감효과 및 회절효과에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Reduction Effect of Reflected Sound and Diffraction Effect by Types of Noise Barrier

김 흥 식*
Kim, Heung Sik

ABSTRACT

This study is to suggest the improved noise barrier which is harmonized with surrounding landscape and maintained the similar reduction of reflected sound and diffraction effects in comparison with the aluminum noise barrier of absorbing type which is formed a great majority in Korea. In this study the two improved models of noise barrier (Diffuse and Disperse type) were designed and compared with the noise barriers of absorbing type in the acoustics performance (the reduction of reflected sound and diffraction effects) through the field and full-scale experimental measurement. As these two models have the same acoustic performance as the noise barrier of aluminum absorbing type, it is suggested that these models can be applied to the improved noise barrier as an alteration of aluminum absorbing type barrier.

1. 서 론

교통소음에 대한 전달경로상에서의 방지대책으로 가장 일반적으로 사용되고 있는 방음벽은 최근 쾌적한 주거환경에 대한 관심이 고조됨에 따라 설치 사례도 날로 증가하고 있는 실정이다. 그러나 현재까지 국내에 설치되어 있는 방음벽은 주로 회색계통의 알미늄 및 콘크리트 재질이 주류를 이루고 있어 주변 경관과의 조화를 저해하고 운전자나 주변지역 거주자에게 중압감을 준다는 점이 가장 큰 문제점이라 볼 수 있다. 특히 서울시에서 조사[1]한 바에 의하면 '94년 현재 도로변 주거지역에 방음벽이 설치되어 있는 총 61개 지역 중 전체의 약 90% 정도인 54개 지역이 알미늄 방음벽으로 되어 있는 것으로 나타나, 방음벽 재질의 획일화에 의한 주변경관과의 부조화가 심각한 실정이다.

이러한 방음벽 재질의 획일화의 원인은 방음벽 개선에 대한 연구노력의 부족과 함께 현행 방음벽 설치지침[2] 중 다음과 같은 조항에 크게 영향을 받기 때문인 것으로 판단된다.

· 흡음형 방음벽(금속흡음 판넬등)의 사용조건 〈제2항 다호〉:

도로 양측 모두에 (소음)보호대상지역이 있 거나, 일측에만 방음벽을 설치할 경우 반대 측 수음자에 대한 반사음 영향이 문제될 때 설치한다.

· 방음벽의 음향성능(흡음률)기준 〈제2항 라호〉:

잔향실법에 의한 흡음판넬류의 흡음률은 400 Hz음에 대하여 70 %이상, 1000 Hz음에 대하여 80 %이상을 표준으로 한다.

즉, "도로변 주거지역에 방음벽을 설치해야 하는 경우 중 대다수의 경우(특히 도시지역)가 흡음형 방음벽을 사용해야 하는 조건에 해당되지만, 방음벽 설계 및 발주자의 입장에서 볼 때 현행 흡음형(알미늄) 방음벽 이외에 지침에서 제시하는 흡음률 성능기준을 만족하는 방음벽의 선택폭이 한정되어 있기 때문인 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 반사음 저감성능이 현행 흡음형 방음벽의 수준을 유지하면서 주변경관과 조화

*정회원, 대한주택공사 연구소

를 이룰 수 있는 다양한 형태 및 재질의 방음벽을 개발하기 위하여, 일차적으로 방음판넬의 형태 변화를 통해 반사음 저감에 효과적일 것으로 기대되는 방음벽 모델안을 작성하고 현장측정을 통하여 방음벽 종류별 반사음 저감효과 및 회절효과를 비교 검토하고자 한다.

2. 실험대상 방음벽 모델

실험대상 방음벽의 종류는 다음과 같이 2종의 개선 모델(안) (확산형, 산란형)을 포함하여 총 5종을 선정하여 현장에 각각 제작/설치하였다.

1) 확산형

방음벽 모델의 형태는 Fig. 1, Fig. 3과 같이 실내음향설계시 실 전체의 음장분포를 고르게 할 목적으로 사용하는 확산체의 형태와 유사하다. 모델은 흡음률이 낮고 (감음계수, noise reduction coefficient =0.1) 제작이 비교적 손쉬운 길이 2,970 mm, 폭 600 mm, 높이 90 mm의 합판을 사용하였다.

확산형 방음벽은 반사면이 평면인 경우에 비해 반사음선이 반사면의 상하부측으로 확산됨에 따른 반사음의 저감효과를 기대한 것이다.

방음벽에 의해 반사되는 음파의 방향을 소음과 무관한 영역으로 바꾸는 방법의 하나로 외국에서는 경사형 방음벽을 사용한 사례[3]가 있으나 보다 넓은 설치공간이 요구되는 문제점을 가지고 있다.

2) 산란형

Fig. 2 및 Fig. 4와 같이 어떠한 공간에 입사된 음파가 공간을 형성하고 있는 각면에 다중으로 반사되는 과정에서 흡수, 간섭 등의 효과를 통하여 음 에너지 밀도가 감소되는 원리를 이용한 것이다.

합판의 경우와 마찬가지로 흡음률이 낮고 제작이 비교적 손쉬운 길이 2,970 mm, 폭 34 mm, 높이 84 mm의 각목을 사용하여 제작하였으며, 각목은 68 mm 간격으로 설치하였다.

3) Slit 흡음구조형(공명형)

공명기형 흡음구조의 원리를 이용하여 Fig. 5 및 Fig. 6과 같이 2종의 모델을 설계/제작하였다. 이는 현재 시판되고 있는 경량 중공 콘크리트 판넬(공동부 직경 68mm)을 2차 가공하여 제작한 것이다.

4) 흡음형

일반적으로 알미늄 재질의 판넬 마감면, 유리섬유 흡음재, 유리섬유를 싸고 있는 PVF 필름 등으로 이루어져 있으며, 주로 우리나라와 일본에서 많이 사용하고 있는 알미늄 방음벽을 설치하였다.

5) 반사형

기존 제품인 경량 중공 콘크리트 판넬을 사용였다.

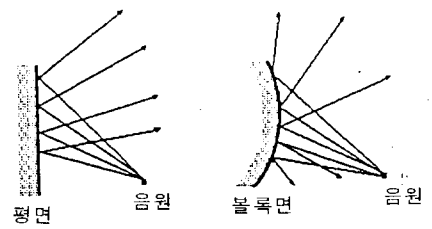

Fig. 1 Example of geometrical path of reflected sound ray (Diffusive type)

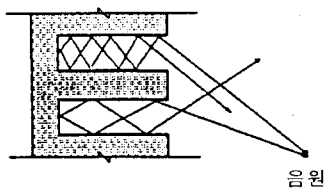

Fig. 2 Example of geometrical path of reflected sound ray (Dispersive type)

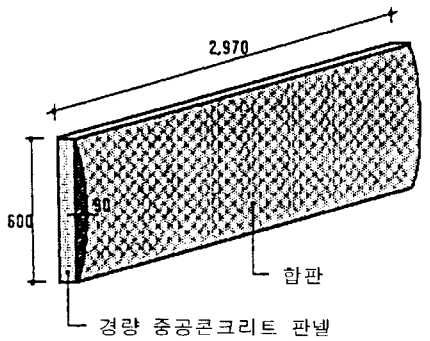

Fig. 3 Manufactured model of diffusive type

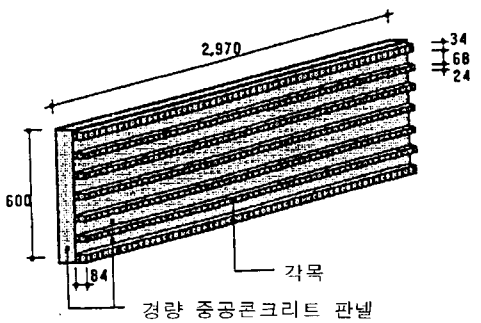

Fig. 4 Manufactured model of dispersive type

3. 현장측정 및 결과분석

3.1 반사음 저감효과

1) 측정개요

측정대상 방음벽은 각각 높이 3m, 폭 3m 크기로 나란히 설치하였다. 설치장소는 주변의 소음(도로교통소음 및 기타 소음원)이 측정결과에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 암소음도가 36dB(A)인 농촌지역(충남 논산군)에 설치하였으며, 야간에 측정하였다. 측정장소의 바닥은 도로상황과 같은 아스팔트 포장으로 되어 있다.

음원의 발생은 음원발생기와 연결된 스피커를 각 측정대상 방음벽 전면부에 설치하여 소음을 발생시켰다. 이 때 스피커 앞 1 m 지점에서 소음레벨은 각각 100±0.5 dB(A)로 거의 일정하였다.

또한 스피커는 일정 지향성을 갖도록하기 위해서 지면과 10°의 각도를 유지하도록 하였으며, Fig. 8에서와 같이 방음벽이 도로폭 20 m인 자동차전용도로단에 있다고 가정하여 도로단(방음벽 설치지점)으로부터 3 m, 6 m 이격된 지점에 설치하였다.

수음점은 음원 뒤 2 m지점, 도로 중앙, 방음벽 반대측 도로단으로부터 3 m 이격된 지점을 기본으로 설정하였으며, 수음점의 높이는 방음벽으로부터 반사되는 기하학적 음선에 따라 결정하였다. Table 1은 수음점 위치의 개요를 나타낸다.

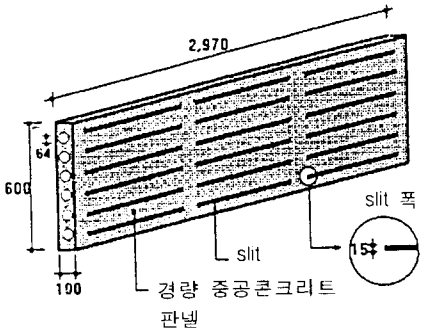

Fig. 5 Manufactured model of slit resonator type(Ⅰ)

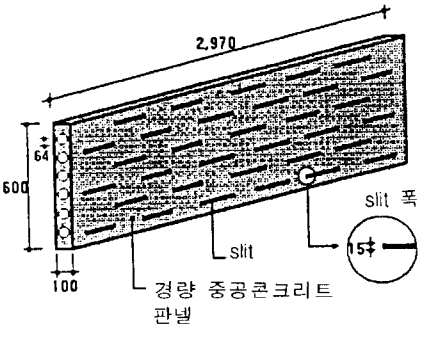

Fig. 6 Manufactured model of silt resonator type(Ⅱ)

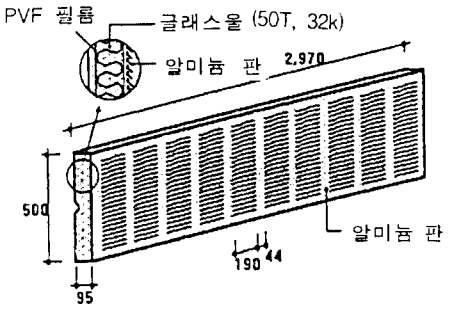

Fig. 7 Sound absorption type (Sound absorptive aluminum barrler)

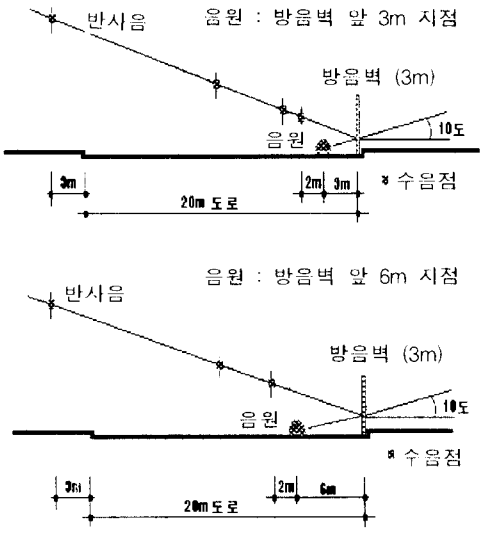

Fig. 8 Position of noise soures and receiving points

Table 1 Summary of receiving point

음원 위치*	수음점 위치*	수음점 높이**	비 고 (수음점의 의미)
3.0m	5m	1.6m	음원 뒤 2m지점
	6.25m	1.9m	음원이 설치된 옆차선
	10m	2.5m	도로 중앙
	23m	4.8m	대향 도로단에서 3m이격지점
6.0m	8m	2.7m	음원 뒤 2m지점
	10m	3.0m	도로 중앙
	23m	5.3m	대향 도로단에서 3m이격지점

* 위치 : 방음벽으로부터의 수직거리

** 높이 : 도로면으로부터의 높이

방음벽 종류별로 반사음의 전달특성을 검토하기 위하여 음향 인텐시티법을 이용하여 반사음을 측정하였다. 측정점은 방음벽으로부터 25cm, 50cm, 75 cm 떨어진 지점을 선정하였다. Fig. 9는 음원 및 수음점의 위치를 나타낸 것이다.

2) 측정결과

각 측정점별로 반사음(소음레벨)의 측정결과는 Fig. 10, Fig. 11과 같다. 각 측정점별 소음레벨은 3회 측정의 평균치로 매회 측정치의 오차는 0.5 dB (A) 이하로 거의 일정한 것으로 나타났다.

확산형 방음벽의 경우, 음원이 방음벽으로부터 3 m떨어진 지점에 설치되어 있고 수음점이 방음벽 근처(방음벽으로부터 5m, 6.25 m 이격)에 있을 때,

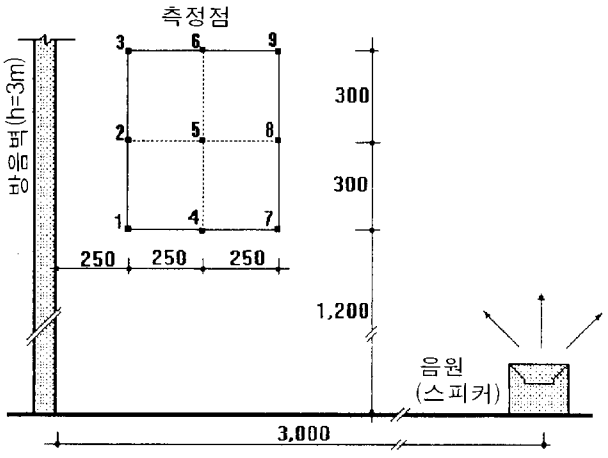

Fig. 9 Measuring points for the effect of reflected sound by sound intensity method

흡음형(알미늄) 방음벽이 설치되어 있는 경우보다 소음레벨이 2~3 dB(A) 높은 것으로 나타났다. 그러나 수음점이 방음벽과 비교적 멀리(방음벽으로부터 10m, 23m 이격) 떨어져 있을 때는 흡음형(알미늄) 방음벽이 설치되어 있는 경우보다 오히려 소음레벨이 0.3~0.4 dB(A) 낮은 것으로 나타났다. 또한 음원이 방음벽으로부터 6 m 떨어진 지점에 설치되어 소음을 발생시킨 경우에는 각 측정점별로 소음레벨의 차이가 -0.1~0.2 dB(A)정도로 나타나 확산형 방음벽의 반사음 저감효과가 흡음형(알미늄) 방음벽의 반사음 저감효과와 거의 유사한 것으로 평가되었다.

산란형 방음벽의 경우에도 각 측정점별로 소음레벨의 차이가 -1.2~0.3 dB(A)정도로 확산형 방음벽의 반사음 저감효과 측정결과와 비슷한 것으로 평가되었다. 공명형(slit 흡음구조형)의 경우 반사형 방음벽의 경우보다는 측정점에 따라서 소음레벨이 0.2~2.6 dB(A) 낮은 것으로 나타났으나, 흡음형의 경우보다는 소음레벨이 0.6~3.3 dB(A) 높은 것으로 나타났다.

흡음형과 반사형의 경우를 비교하면, 측정점에 따라서 흡음형의 경우가 1.2~3.6 dB(A) 정도 소음레벨이 낮은 것으로 평가되었다.

Fig. 12는 측정대상 방음벽 종류별로 반사음 전달특성을 나타낸 것이다. 일반적으로 반사음의 전달방향은 상부측으로 향하고 있으며, 이는 음원의 위치 및 음원의 지향조건에 의한 영향 때문인 것으로 판단된다.

확산 및 반사형의 경우가 방음벽과의 근접거리에

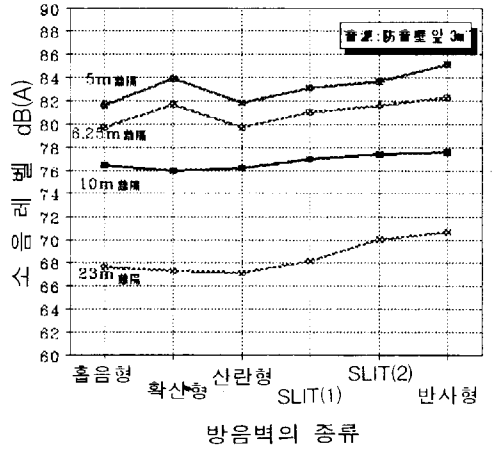

Fig. 10 Noise level for the types of barrier at receiving points (distance from source to barrier = 3 m)

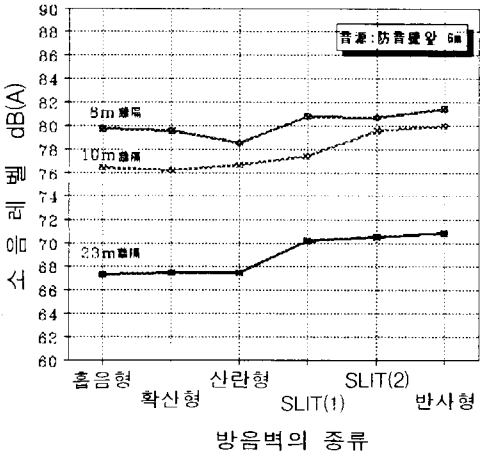

Fig. 11 Noise level for the types of barrier at receiving points (distance from source to barrier = 6 m)

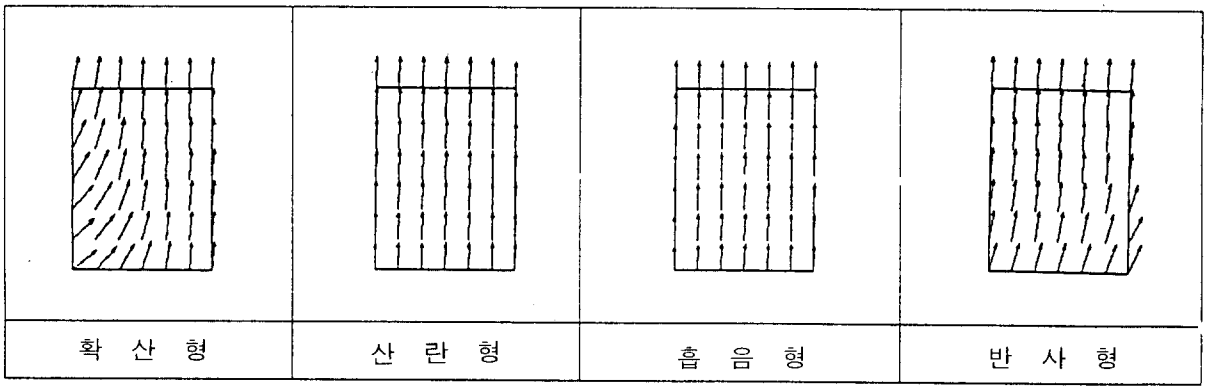

Fig. 12 The reflected sound characteristics by using sound intensity method

서 흡음형(알미늄) 및 산란형 방음벽의 경우보다 반사음이 미치는 영향이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 즉 반사형의 경우에는 방음벽으로부터 25 cm, 50 cm, 75 cm 떨어진 모든 지점에서 반사음의 영향을 받고 있으나, 확산형의 경우에는 방음벽으로부터 25cm 떨어진 지점에서만 반사음의 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 방음벽으로부터 거리가 멀어질수록 (75 cm 이격지점) 확산형, 산란형, 흡음형 방음벽의 경우에는 방음벽에 의해 반사음이 미치는 영향은 유사한 경향을 보이고 있다.

3.2 회절효과

1) 측정개요

방음벽에 의한 회절효과를 검토하기 위하여 음향인텐시티법을 이용하여 Fig. 13과 같이 방음벽 부근에 30개 측정점을 선정하여, 각 측정점별로 음향 인텐시티를 측정하였다. 30개 측정지점 중 방음벽 전면에 10개 지점, 후면에는 20개 지점을 선정하였다. 측정대상 방음벽의 종류는 확산형 산란형, 흡음형, 반사형 4종이다.

측정은 sound intensity probe(RION, SI-31), 2Ch sound & vibration signal analyzer(RION, SA-74) 등을 사용하였다.

2) 측정결과

Fig. 14는 각 측정점별로 인텐시티레벨(소음레벨)을 나타낸 것으로, 방음벽과 측정점의 거리가 멀어질수록 전반적으로 인텐시티레벨이 낮아지는 경향을 보이고 있으며, 방음벽 종류에 따라서 회절효과의 차이를 명확히 구별하기는 어려운 것으로 나타났다.

Fig. 15는 각각의 방음벽 종류별로 500 Hz소음원에 대한 회절효과 측정결과를 나타낸 것으로, 방음벽 종류에 따라서 회절음의 전달방향에는 약간의 차이가 있으나 전반적으로 유사한 경향을 보이고 있다.

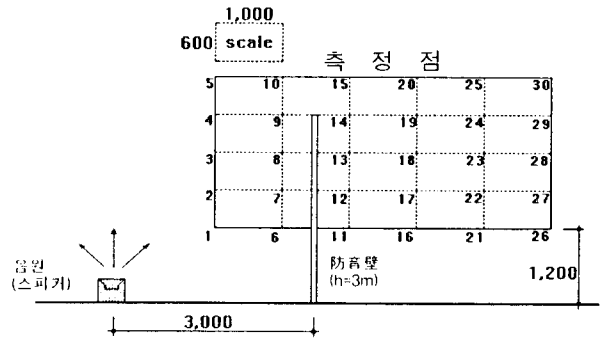

Fig. 13 Measuring points for the effect of sound diffraction by using sound intensity method

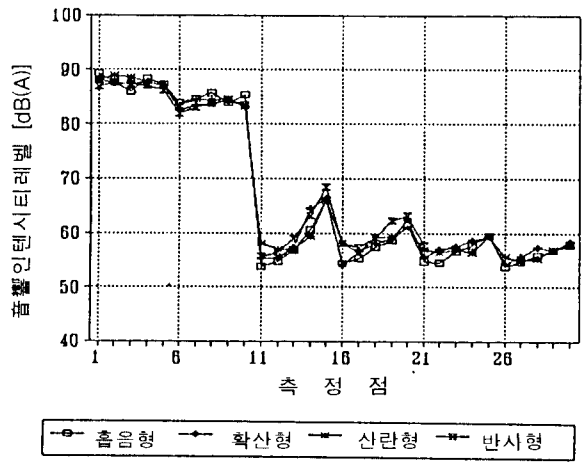

Fig. 14 Sound intensity level at each measuring point

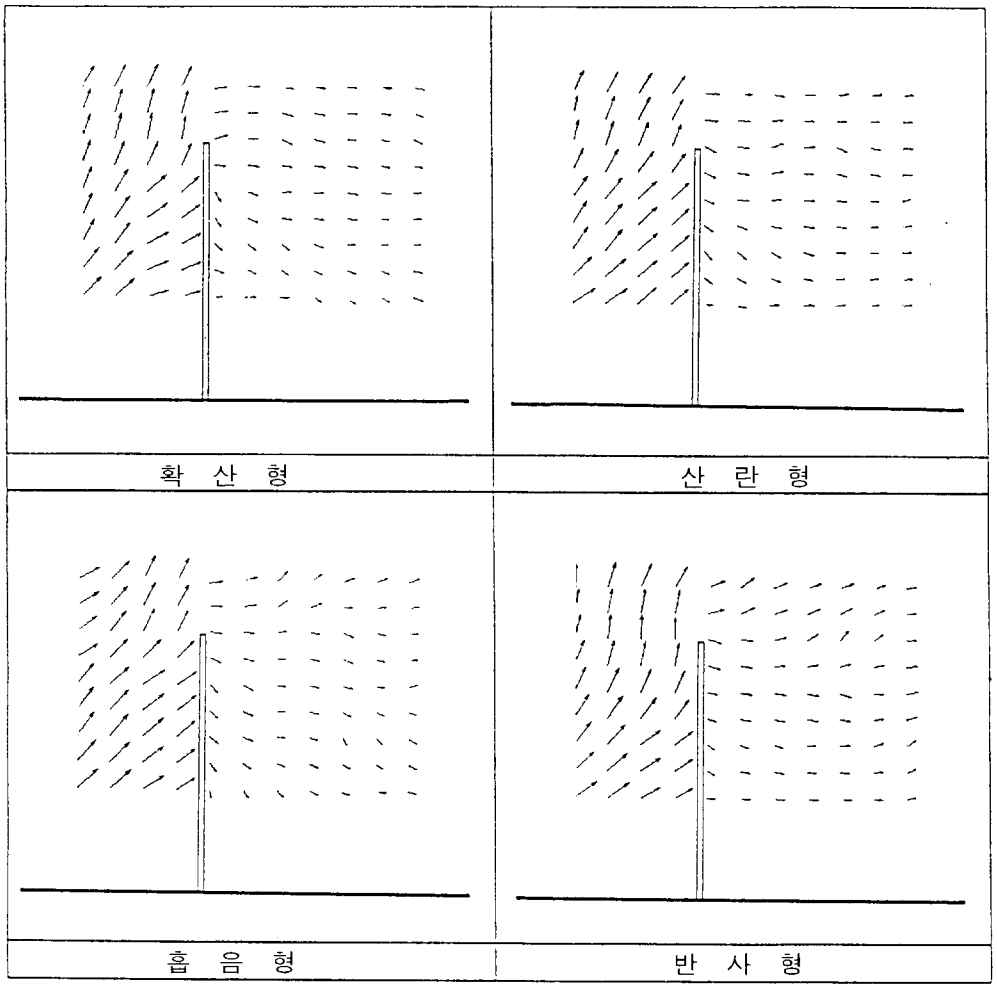

Fig. 15 The direction of diffracted sound (at 500 Hz)

4. 결 론

(1) 흡음형(알미늄) 방음벽에 대한 개선 모델 안의 반사음 저감효과는 확산형 및 산란형의 경우 흡음형과 유사하며, 산란형의 경우는 모델안 중 성능이 가장 우수한 것으로 평가되었다. 또한 슬릿 흡음구조형은 0.6~3.3dB(A) 불리한 것으로 나타났다.

(2) 방음벽 종류별 회절음의 효과는 방음벽의 높이 및 길이, 두께가 동일한 경우 방음벽 종류에 관계없이 유사한 것으로 나타났다.

(3) 확산 및 산란형 방음벽 모델안은 추후 디자인 및 판넬의 재질 다양화 등에 의한 설계요소를 보완하므로써 미적효과, 음향성능을 동시에 만족할 수 있는 방음벽으로 활용이 기대된다.

(4) 국내 방음벽의 획일화를 초래하는 커다란요인 중의 하나인 현행 흡음형 방음벽의 음향성능 기준을 "현행기준 또는 반사음 저감효과가 이와 동등 이상일 것"으로 개정하여 방음벽의 다양화를 유도함이 바람직할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

(1) 서울특별시, "소음방지대책 수립에 관한 연구", 1994. 6

(2) 환경부, "방음벽 설치지침", 1990. 12

(3) Ministere de L'environment et du Cadre de Vie -Ministere des Transports, "Recommandations Technique pour les Ouvrages de Protection Contre le Bruit (Guide du Bruit des Transports Terres-

tres)", 1978. France

(4) 일본음향재료협회, "騷音振動對策 ハンドブック", 1983.

(5) Hothersall, D.C., Chandler-Wilde, S.N. & Hajmirzae, N.M., "Efficiency of Single Noise Barriers. J. Sound and Vibration., 146(2) (1991) 303~321.

(6) Kending, R.P & Hayek, S.L., "Diffraction by a Hard-Soft Barrier," J. Acoust. Soc. Am., 70(1981) 1156~1165.